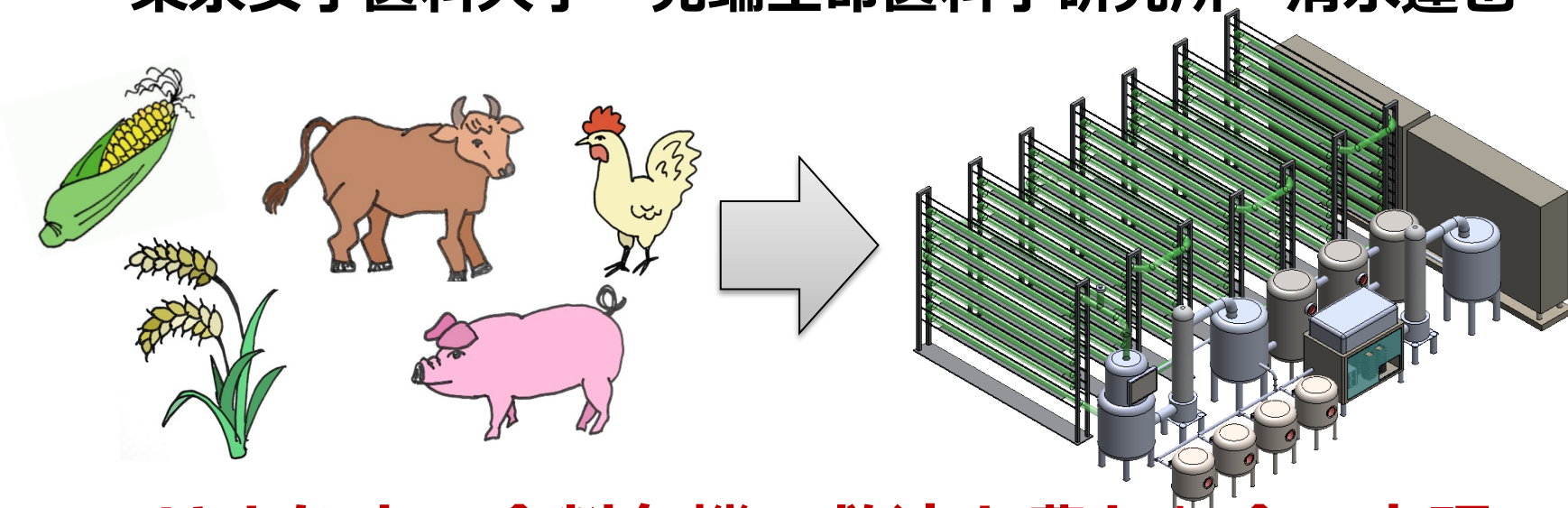




「2050 年までに、未利用の生物機能等のフル活用により、
地球規模でムリ・ムダのない持続的な食料供給産業を創出」

藻類と動物細胞を用いたサーキュラーセルカルチャーによる バイオエコノミカルな培養食料生産システム

東京女子医科大学 先端生命医科学研究所 清水達也



せまり来る食料危機の救済と豊かな食の実現

東京女子医科大学 先端生命医科学研究所

神戸大学 先端バイオ工学研究センター 早稲田大学 理工学術院

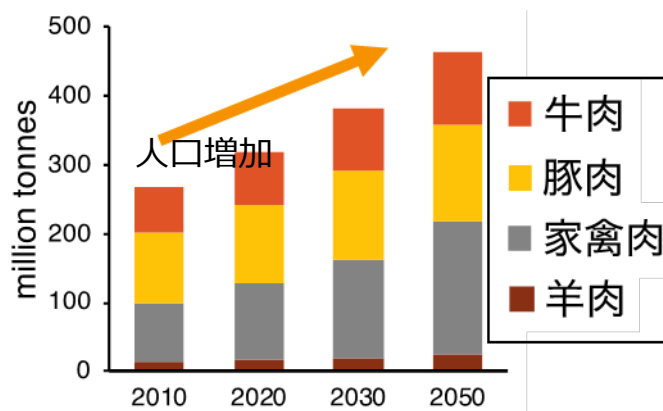
東京工業大学 科学技術創成研究院 インテグリカルチャー（株）

大阪大学 工学研究科 エイブル（株） 東京都市大学 医用工学科



現行の食料生産システムの課題

人口増加
78億人 > 97億人
(2020) (2050) → 食料不足



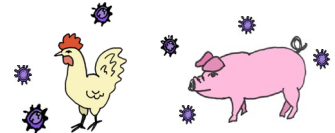
食肉消費量の推移予測

2050年に食肉消費量が1.7倍

国際連合食料機関(FAO)2011年レポートより



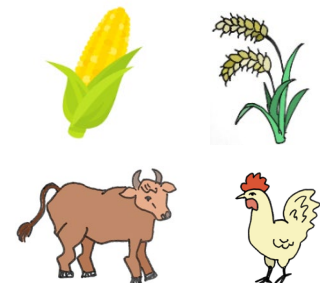
人口増加



口蹄疫・豚熱
鳥インフルエンザ



GHG↑
気候変動



生産↓

食料安全保障

COVID-19パンデミック
不安定な世界情勢

このままだとさらなる温暖化、世界の食料危機は必至。食料自給率の低い日本では極めて深刻。

➤ 新たな食料生産システムを追究すべき。

家畜・家禽飼育による環境負荷

GHG(greenhouse gas): 温室効果ガス

GHG

メタンガス
温室効果
の誘因

23kgCO₂/1kg肉
(6千万t)

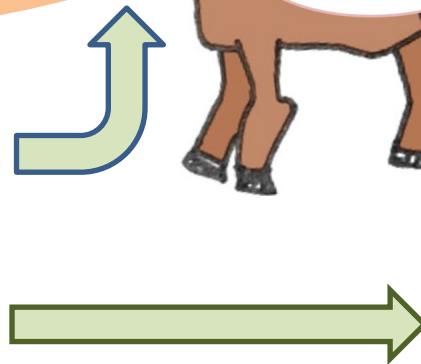
4kgCO₂/1kg肉
(1億t)

ゲップ

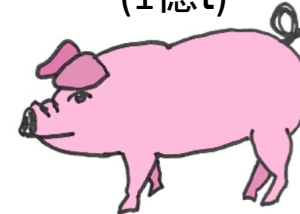
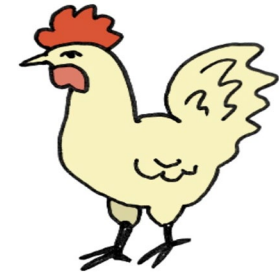
メタン細菌
蛋白質



飼料



8kgCO₂/1kg肉
(1億t)



GHG

排泄物

GHG



窒素源
(アンモニア等)

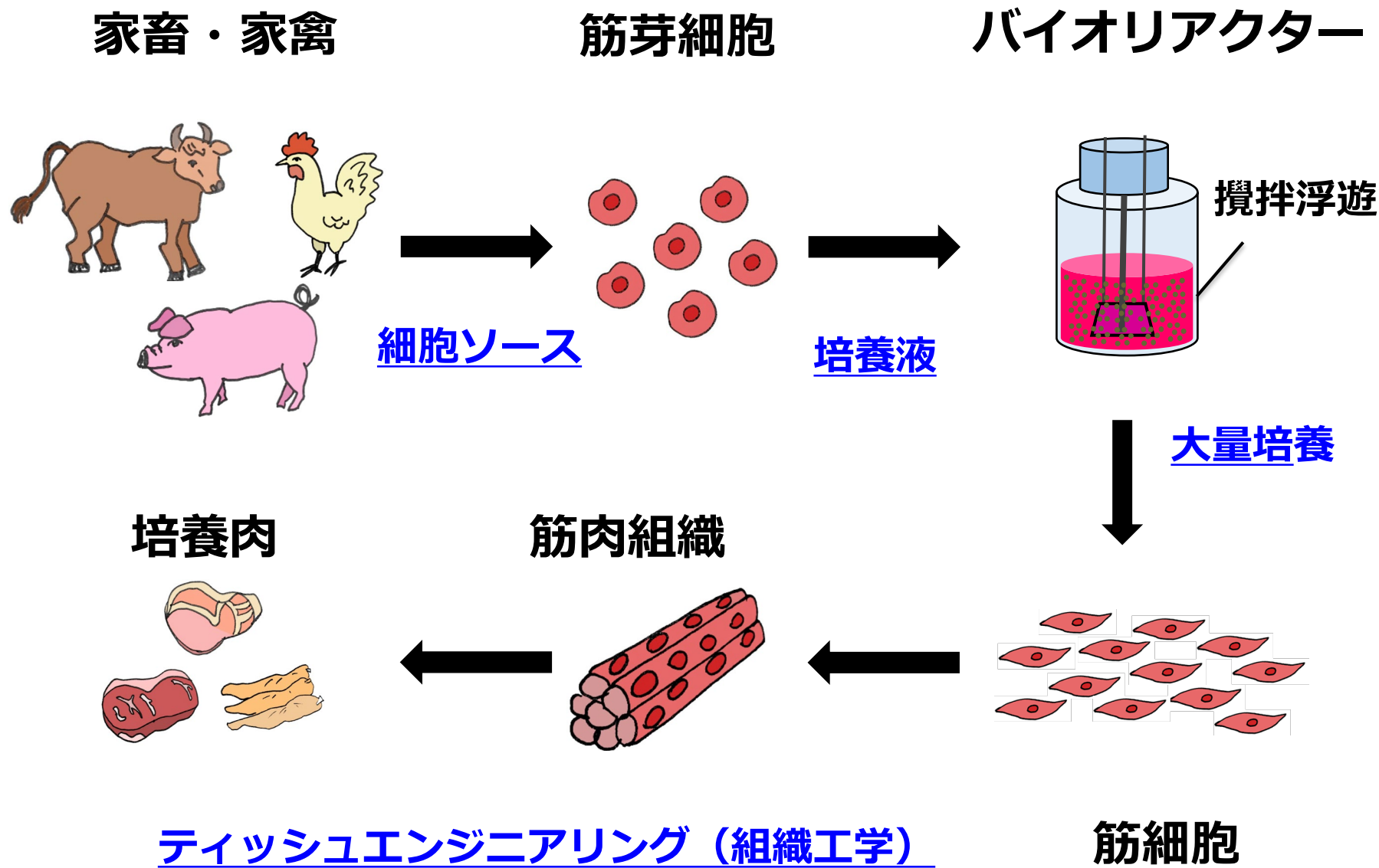
GHG



化石燃料



細胞培養技術による食肉（細胞性食品/培養肉）生産



培養肉の作製



課題：培養液

細胞培養においては細胞に比して大量の培養液を使用（～50L/1kg培養肉）



① 基本栄養素

グルコース（糖）・アミノ酸・ビタミン
無機塩類(ナトリウム、カリウム、カルシウムなど)

② 血清（ウシ胎仔）

細胞増殖因子・アルブミン・微量元素等

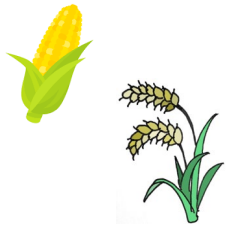
③ 細胞増殖因子（血清で不十分な場合）

FGF、TGFβ、IGF等

課題

① 基本栄養素⇒**穀物の由来**

デンプンの加水分解によるグルコース生産
微生物発酵によるアミノ酸、ビタミン生産
⇒**大量に必要となると新たな環境負荷となる**



② 血清

⇒**動物由来、高価**

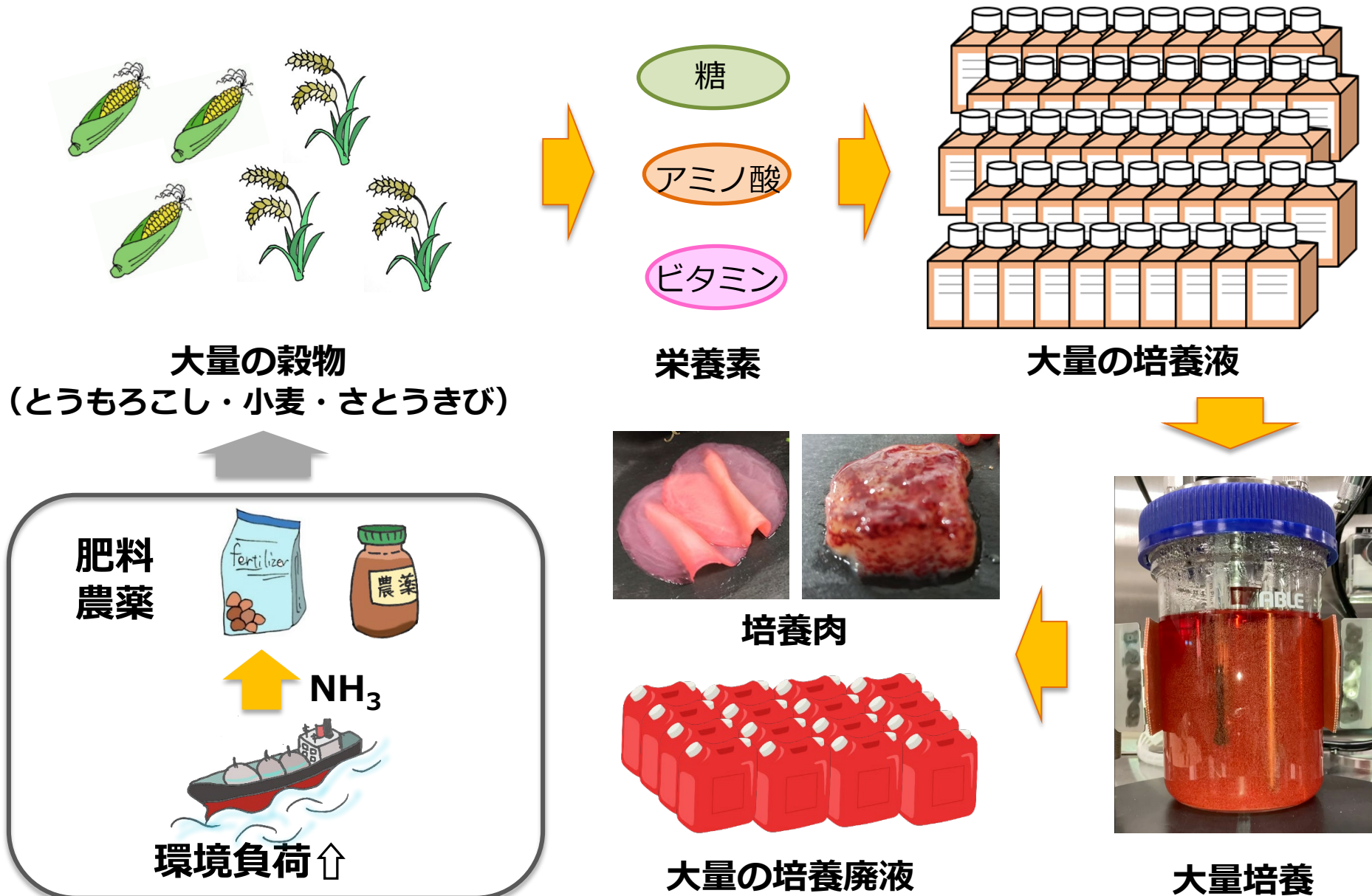
③ 増殖因子

⇒**リコンビナント（遺伝子組み換え）蛋白、高価**

大量に生じる培養廃液も新たな課題



培養肉生産システムの将来的な課題



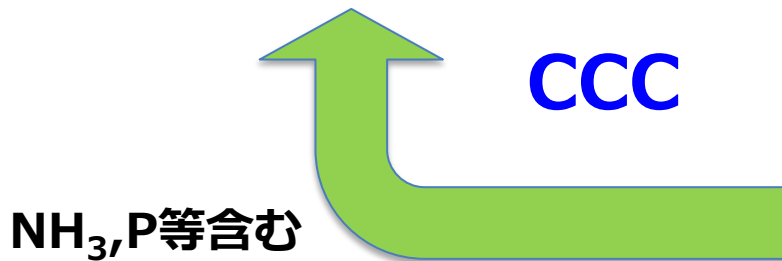
提案する革新的な循環型培養肉生産システム



微細藻類



省資源性 vs. トウモロコシ
35分の1の土地、6分の1の水
(同じ蛋白量を得るために)



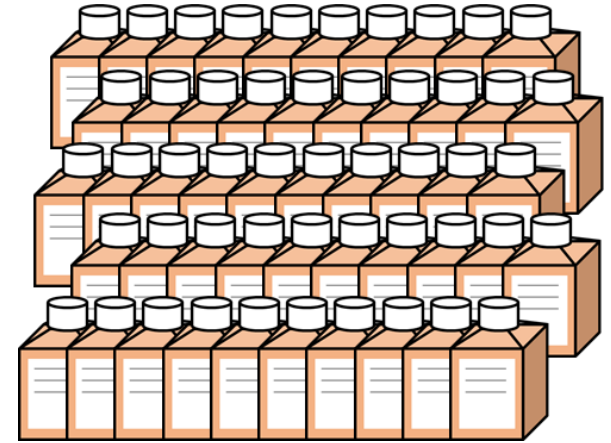
動物細胞の培養廃液は
藻類にとっては栄養液

糖

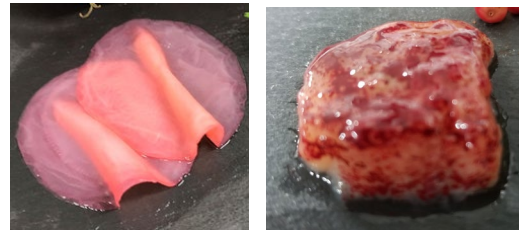
アミノ酸

ビタミン

栄養素



大量の培養液



培養肉



大量の培養廃液



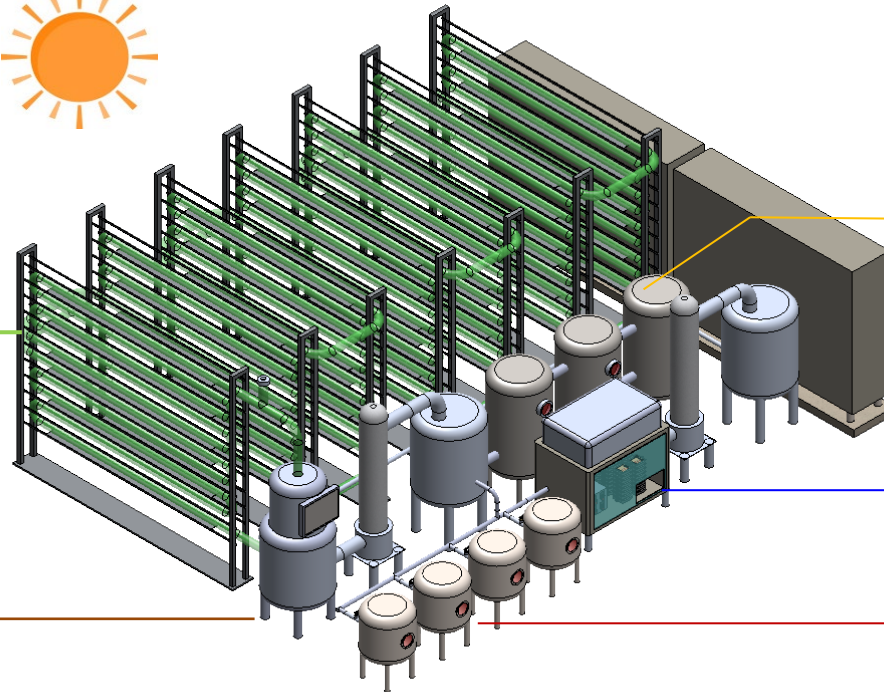
大量培養

バイオエコノミカルな培養食料生産システムプロトタイプ (2030 : 30m²で1kg/dayの培養肉生産)



藻類培養
ユニット

藻類分解
ユニット



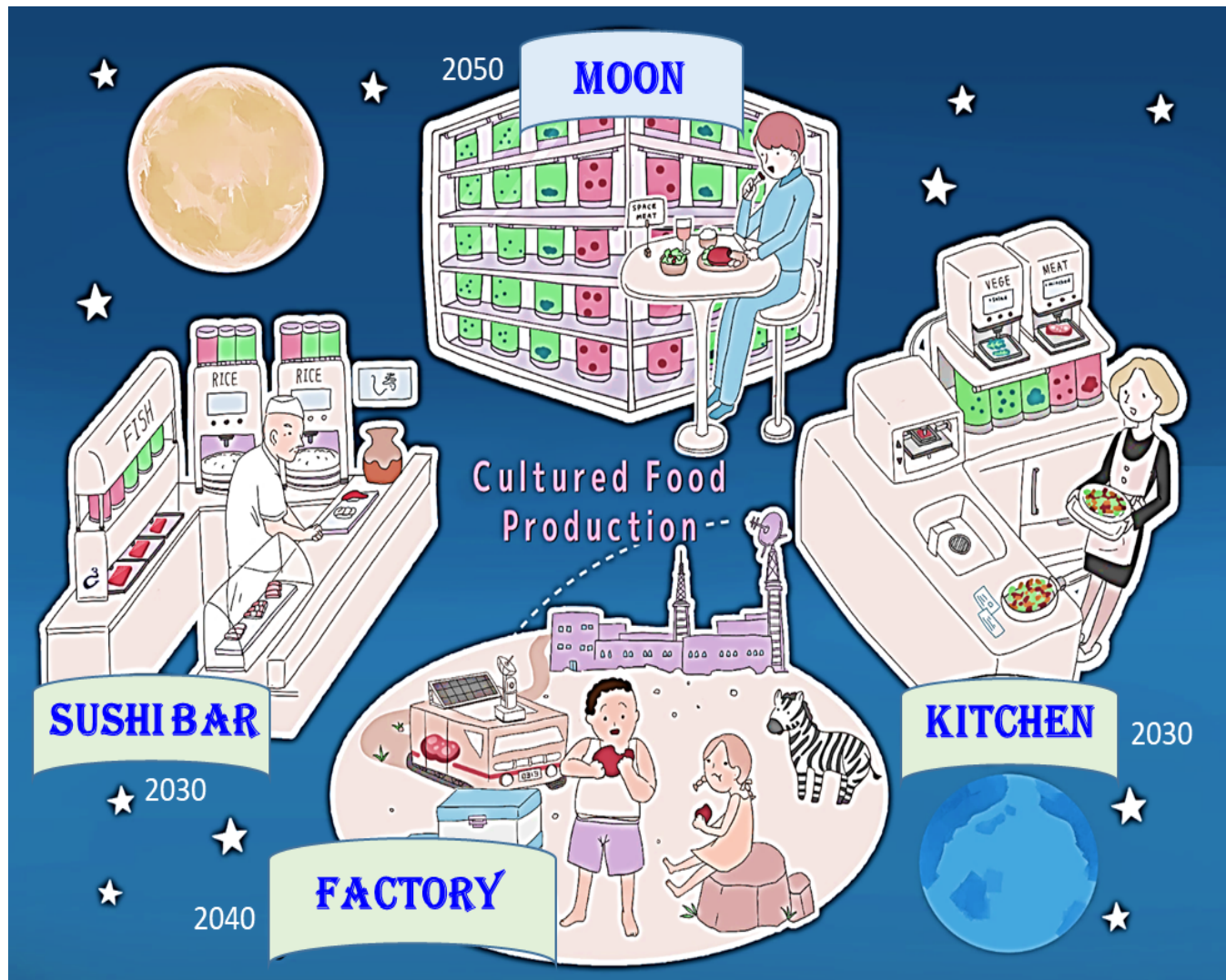
廃液リサイクル
システム

立体組織化
システム

細胞増幅
ユニット

- 規模拡大により
種子島の面積で日本の肉消費を賄える
オランダの面積で世界の肉消費を賄える

サーキュラーセルカルチャーによる 培養食料生産システムにより豊かな食を実現



地球上における
持続的な食料供給
地球環境保全

・
食料安全保障
(食料自給率向上)

・
健康・医療へ貢献

・
新産業創出
新たな食文化形成

・
地産地消可能
(災害時/極限環境)

・
宇宙空間における
食料生産実現